

現状の駐車スペースを確保した法面对策に関する設計事例

○屋良 隆司¹ ・ ○泉水 雄太¹

¹(株)沖縄建設技研 (沖縄県浦添市字前田 1 1 2 4 番地)

キーワード：法面崩壊、自立山留め式擁壁、鉄筋挿入工、現場吹付法枠工

1. はじめに

住宅等が密集する市街地においては、狭隘である場合が多く、造成や開発によって残された小丘陵や法面も少なくない。そのような中、近年多発するゲリラ豪雨等により法面崩壊が発生すると、狭隘であるため二次災害リスクの発生も高くなる。ここでは、法面崩壊の発生する恐れのある法面において、現状の駐車スペースを確保した法面对策に関する設計事例を報告する。

2. 現状

対象箇所は沖縄県中部に位置し、周辺には住宅などが密集する市街地であった。対象法面の背後には小丘が残っており、当該箇所はやや尾根状地形を呈していた(写真.1 参照)。その法面において、法面崩壊が発生すると、周辺住宅への土砂流出、法面上方の駐車場の崩壊などの二次災害の恐れがあった。



写真.1 対象箇所

2.1 損傷状況

写真.2 に示すように駐車場として使用されている敷地のアスファルト舗装に多数の亀裂が確認された。当該箇所は、過去数度にわたってアスファルト舗装の補修を行っているが、亀裂の進行を抑えられていない状況であった。



写真.2 法面上方のアスファルト舗装状況

写真.3 に示すように法面下方の間知ブロック積擁壁に亀裂が確認された。擁壁に水平方向の亀裂が確認されたことから、擁壁背後から大きな土圧が作用されているものと想定された。



写真.3 法面下方の擁壁亀裂状況

2.2 想定崩壊範囲

想定される崩壊範囲については、2.1 損傷状況で述べた変状に加えて、間知ブロック積擁壁の本体や天端ブロックに発生した亀裂等を考慮して設定した。

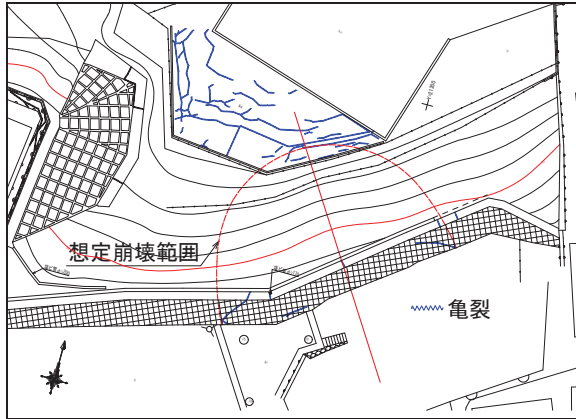


図.1 想定崩壊範囲を示した平面図

2.3 想定崩壊線の設定

地質調査結果より、当該箇所の地層は、上位より崩落堆積物層、島尻層群の風化泥岩層、泥岩層および砂岩層が確認された。

想定崩壊線の頭部はアスファルト舗装の亀裂箇所とし、末端部は間知ブロック積擁壁の亀裂箇所とした。

想定崩壊深さについては、ボーリング調査結果やコアの観察による亀裂の状況より、今後崩壊し得る可能性のある亀裂を通過する崩壊線として設定した。

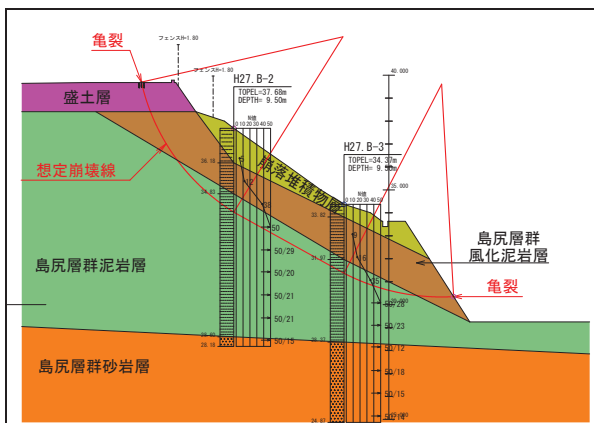


図.2 想定崩壊線

2.4 機構解析

現況安全率および計画安全率については、法面勾配が 30° 以上であり、急傾斜となることから、「急傾斜地崩壊防止工事技術指針」に示される安全率を適用した。

(1) 現況安全率

当該法面については、「ただちに崩壊に結びつくような兆候が見られない場合」と判断されたため、現況安全率は $F_s=1.00$ とした。

(2) 計画安全率

計画安全率は、原則として $F_s=1.20$ とした。

(3) 設計基準強度定数の決定

すべり面の設計強度定数は、“残留係数を導入した安定解析法”により求めた。

本解析法では、図.3 に示す強度図において、逆算 $c-\phi$ 相関およびピーク強度と残留強度を結んだ線の交点を設計強度定数として算出する。

島尻層群泥岩層の残留強度は、実績値から $\phi=11.0^\circ$ とした。その結果、すべり面における設計強度定数は、以下のとおりに決定した。

$$C=9.1\text{kN/m}^2, \phi=18.0^\circ$$

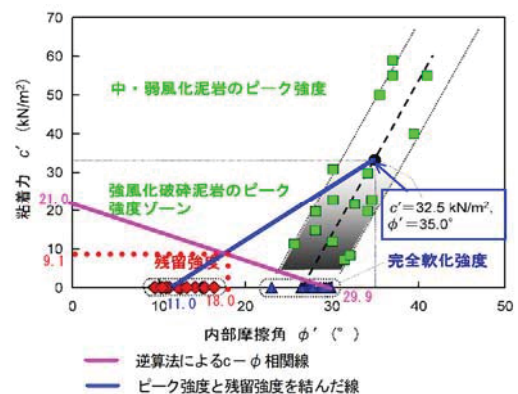


図.3 島尻層群泥岩層の強度図

3. 課題

当該箇所は、アスファルト舗装に亀裂が発生し、駐車スペースが制限されるなどの支障をきたしている。また、擁壁等に亀裂が確認され、法面崩壊が発生した場合には、周辺地

域にも影響を及ぼす恐れや駐車場としての機能が失われることになる。

これらの状況を解決するにあたり、以下の対策が課題となった。

- ①安全に駐車できる駐車スペースの確保
- ②法面の安定

3.1 駐車スペースの確保

駐車場を安全に使用するためには、亀裂の発生原因に対して対策を講じる必要がある。

駐車場内に亀裂の頭部が存在することから、図.4に示すように崩壊範囲に影響がない位置に構造物を設置することとなるが、駐車スペースが大幅に減るため、排土工を用いた擁壁工対策は駐車場確保の面から対象外とした。

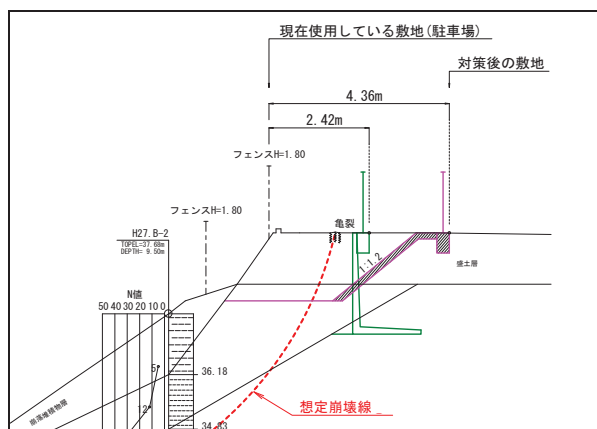


図.4 L型擁壁による対策工

3.2 法面の安定

法面・斜面で発生する土砂災害は、図.5に示すように大きく崩壊、落石、地すべりおよび土石流に分類され、規模や形態等によってさらに細分化される。これらの法面の形態に応じて対策工を選定する。

地質調査から推定した崩壊厚さは3m程度以下で、推定崩壊線の勾配が23°以上である。それらから法面崩壊が発生した場合には、短時間で崩れることが予想されるため、「地すべり性崩壊」と判断された。また、その際の

法面对策工法としては図.6に示すように「構造物工」による対策が必要となる。

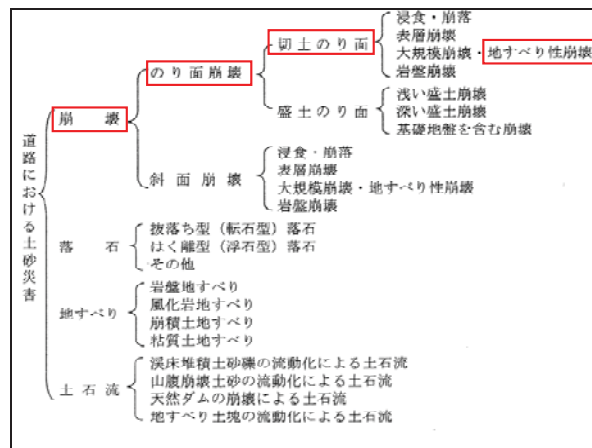


図.5 土砂災害の分類

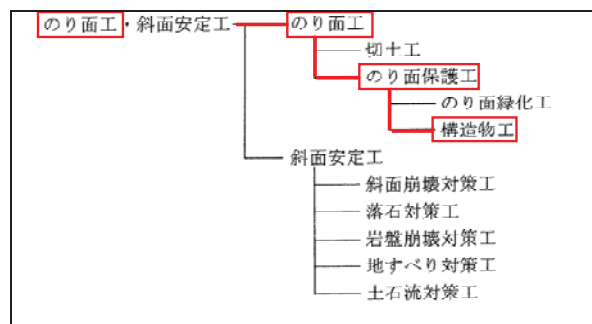


図.6 法面工・斜面安定工の分類

4. 解決策

4.1 自立山留め式擁壁

現在使用している敷地の外郭の位置を変えずに擁壁工などの構造物等で対策を行う場合、擁壁のフーチング部が想定崩壊線付近に位置するため、崩壊を誘発する危険性がある。そのため、抑止杭と自立式擁壁を兼用できる自立山留め式擁壁（親杭パネル壁）を採用案とした。

山留め式擁壁は、基礎の掘削面積や切土範囲を小さくでき、施工が容易であることから、対象箇所のように急峻な地形に適している工法である。

想定崩壊線に対して法面上部の必要抑止力が大きいため、抑止杭を設置することで、法面下部の対策工の規模を小さくすることが可能となる。

- 自立山留め式擁壁仕様
法面上部に対する必要抑止力=47kN
抑止杭：H-250×250×9×14、杭間隔：2.0m
根入れ長 L=4.0m
擁壁壁面：現場打ちコンクリート

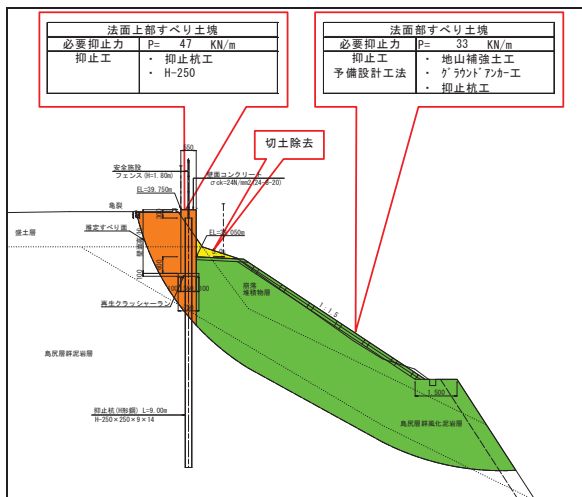


図.7 自立山留め式擁壁による対策工

4.2 法面对策

自立山留め式擁壁前面の崩壊する恐れのある法面に対しては、抑止効果をもつ工法の選定が必要となるため、以下の対策工法の比較検討を行った。

表.1 比較検討結果一覧表

案	工種 (工法)	概算費 (直接工事費)
第1案	地山補強土工 (鉄筋挿入工+現場吹付砕工)	9,772千円 (1.00)
第2案	グラウンドアンカー工 (グラウンドアンカー+現場吹付砕工)	17,425千円 (1.78)
第3案	抑止杭工 (抑止杭+現場吹付砕工)	18,862千円 (1.93)

比較検討の結果、第1案の「鉄筋挿入工+現場吹付砕工」が総合的に優位となり採用案となった。

現場吹付砕工は、下記の理由により法面保護工として「吹付砕工+密閉型中詰め工」を施すものとした。

- ① 法面の下部 (擁壁含む) が民有地となっており、法面部を植栽工とした場合の維持管理が困難である。
- ② 植栽工 (現況) とした場合、樹木の根が

崩壊土塊に留まるため、台風時に崩壊を誘発する可能性が大きい。

吹付砕工の中詰め工は、雨水の浸入を防止する目的と景観を考慮して密閉型の練石張工を採用した。

- 地山補強土工仕様

法砕工：200×200 @1.2m×@1.5m

鉄筋挿入工：D19、L=5.0m/本、縦4段@1.5m

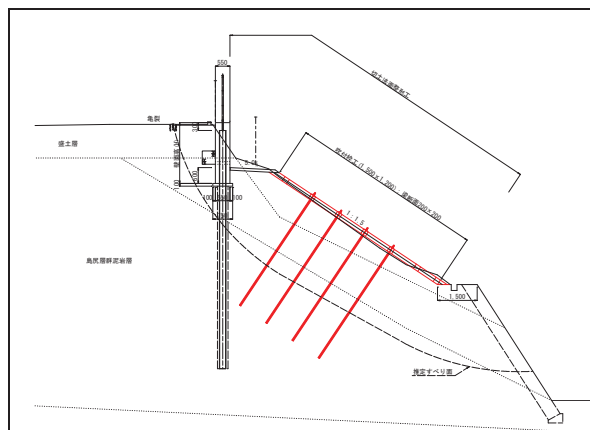


図.8 地山補強土工による対策工

5. おわりに

市街地のような狭隘な箇所にて一度災害が発生すると二次被害のリスクが高くなる。当事例では、駐車スペースおよび法面全体の安定を確保する対策により、機能面および安全・安心に配慮した設計を行うことができた。



写真.4 完成後の法面状況

参考文献

- 1) 道路土工 切土工・斜面安定工指針 (平成 21 年 6 月)
- 2) 急傾斜崩壊防止工事技術指針 (平成 19 年 9 月)
- 3) 残留計数を導入した安定解析法 (宜保清一、1996)
- 4) 山留め式擁壁 (親杭パネル壁) 設計・施工マニュアル (平成 18 年 3 月)